

**Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta  
Katedra učitelství a didaktiky chemie**

**Charles University in Prague, Faculty of Science  
Department of Teaching & Didactics of Chemistry**

Doktorský studijní program: Vzdělávání v chemii  
Ph.D. study program: Education in chemistry

Autoreferát disertační práce  
Summary of the Ph.D. Thesis

Ivona Štefková



**TVORBA VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ K OBLASTI CHEMIE KOLEM NÁS  
SETTING UP EDUCATIONAL MATERIALS FOR THE TOPIC CHEMISTRY  
AROUND US**

Školitel/Supervisor: RNDr. Petr Šmejkal, Ph.D.

Praha, 2014

# **NÁZEV: TVORBA VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ K OBLASTI CHEMIE KOLEM NÁS**

## **Abstrakt:**

Tato dizertační práce se zabývá tvorbou výukových materiálů na témata z oblasti Chemie kolem nás a okolnostmi jejich implementace do výuky chemie s ohledem na požadavky kurikulárních dokumentů. Na učivu vztahujícímu se k chemii léčiv a k chemii hnojiv je ukázáno propojení reálného světa s obsahem, který je vyučován v předmětu chemie, což by mohlo přispět ke zlepšení náhledu žáků na samotný předmět.

Po odborné i didaktické stránce se výukový materiál snaží učiteli ulehčit jeho přípravu na vyučovací hodiny svou pestrostí a zpracováním (učební text, powerpointová prezentace, hry, laboratorní cvičení, atd.), žákovi pak zpřístupňuje tato praktické témata prostřednictvím různých typů úkolů, zajímavostí, zábavných hrátek atd.

Hodnocení výukových materiálů a zjišťování postoje žáků a učitelů bylo provedeno formou dotazníkových šetření. Z výsledků šetření vyplynulo, že daná témata považují žáci i jejich učitelé za přínosná a patřící do oblasti chemie. K problematice léčiv přistupovaly dívky oproti chlapcům s větším zájmem, což nebylo zjištěno u problematiky hnojiv. Připravené výukové materiály považovala většina žáků a učitelů za vyhovující, a tudíž lze předpokládat, že jsou vhodné ke vzdělávání žáků na střední škole.

**Klíčová slova:** chemie hnojiv, chemie léčiv, učební materiály, výuka chemie, dotazníkové šetření, chemie kolem nás

# **TITLE: SETTING UP EDUCATIONAL MATERIALS FOR THE TOPIC CHEMISTRY AROUND US**

## **Abstract:**

This dissertation deals with the creation of educational materials to topics from the field Chemistry around us and circumstances of its implementation into teaching chemistry with regard to the needs posed by curricular documents. The connection between real world and the content of the chemistry subject, which is taught at schools, is shown on the curricular topics related to medicinal chemistry and to fertilizer chemistry. This could make the student getting a better overview of the subject itself.

Regarding the specialist and didactical part, the teaching material tries to make it easier for the teacher to prepare for the lessons and make them more interesting due to the teaching material's variability and processing (teaching text, powerpoint presentations, plays, laboratory exercises etc.). This way, the student gains access to practical topics through various types of exercises, interesting aspects, plays etc.

The evaluation of educational materials and investigation of student's and teacher's attitude was carried out via a questionnaire investigation. The investigation showed that both students and teachers regard these topics as beneficial and belonging to the field of chemistry. The medicinal topics were approached by the girls better than by the boys, which was not the case of the fertilizer issue. The prepared educational materials were regarded by most students and teachers as suitable. So it can be assumed they can be applied in educating students at secondary schools.

**Key Words:** chemistry of fertilizers, medicinal chemistry, educational materials, teaching chemistry, questionnaire investigation, chemistry around us

## Úvod

Život člověka bez chemie si nelze přestavit. Chemické výrobky pronikly nejen do oblasti průmyslu, ale přirozeně také do každodenního života člověka. Jak se ukazuje, této skutečnosti si jsou žáci vědomi. Ovšem problém nastává v okamžiku, kdy mají říci, jak chemii využijí ve svém vlastním životě. Jednou z možností, jak tuto situaci řešit, je zařadit do výuky taková témata, která podporují právě praktický význam chemie. Lze je obecně shrnout do oblasti nazvané Chemie kolem nás. Tato témata jsou v RVP pro gymnázia (Výzkumný ústav pedagogický, 2007) prezentována samostatně nebo jako součást tzv. průřezových témat. Kromě toho školy mají možnost otevřít integrované předměty nebo zavést volitelné předměty. Může se tedy zdát, že nic nestojí v cestě začlenění témat z oblasti Chemie kolem nás. Na druhé straně je tu učitel, který si musí poradit nejen s obsahovou náplní, ale také s dostatkem výukových materiálů potřebných k realizaci daných témat. Na tento problém poukazuje už práce Škody (2003), kde se mimo jiné uvádí, že učitelé tato témata neradi vyučují. Důvodem může být jednak nedostatek času, ale také náročná příprava na vyučovací hodiny a nedostatek výukových materiálů.

Tato práce se v tomto ohledu snaží k dané problematice přispět vytvořením nového komplexnějšího výukového materiálu pro vybraná témata oblasti Chemie kolem nás. Výukový materiál jako celek by měl poskytnout učiteli dostatek podnětů pro realizaci daného tématu ve výuce zejména chemie na středních školách. Jeho možné začlenění, přednosti a nedostatky by měly vyplynout z provedených dotazníkových šetření. Zjištěné výsledky by měly posloužit jako zpětná vazba k případným úpravám.

## Cíle

Na základě řečeného, tato dizertační práce se zaměřuje na splnění několika následujících cílů:

- stručně zhodnotit vybrané dostupné výukové materiály týkající se oblasti Chemie kolem nás
- vybrat 2 vhodná témata ke zpracování
- provést rešerši tištěných a internetových zdrojů k vybraným tématům
- zhotovit analýzu nejpoužívanějších středoškolských učebnic (přehledů) chemie s ohledem na vybraná témata
- zjistit přístup RVP pro gymnázia k dané oblasti chemie
- vytvořit komplexnější výukový materiál zabývající se vybranými tématy z oblasti Chemie kolem nás a ten posléze otestovat ve výuce na středních školách
- pomocí dotazníkového šetření zjistit zpětnou vazbu k vytvořenému výukovému materiálu
- na základě výsledků testování zhodnotit možnosti jeho uplatnění ve středoškolské praxi
- vyvodit závěry o přístupu žáků a učitelů k dané problematice a k výukovým materiálům jako takovým

# **Průběh výzkumné práce**

## **Výběr témat**

Díky obsahové rozsáhlosti tematického celku Chemie kolem nás bylo potřeba okruh zúžit na méně témat. Jako kritéria výběru byla zvolena: praktická využitelnost žákem nejen v současném, ale zejména v budoucím životě, dostupnost textových pomůcek (učebnic, závěrečných vysokoškolských prací a internetových dokumentů), obsahová návaznost na RVP pro gymnázia (Výzkumný ústav pedagogický, 2007) a také multidisciplinarita, která by mimo jiné zaručovala uplatnění ve více předmětech nebo také možnost zařazení do integrovaného předmětu, čímž by se zvýšilo využití nového výukového materiálu jako celku. Z témat zohledňujících využití daných poznatků a dovedností žáka zejména v budoucím životě se jevilo jako vhodné téma Léčiv. S léčivými se setkává každý z nás. S přibývajícím věkem se užívání léčiv zpravidla zvyšuje, a proto toto téma má přesah i do budoucnosti. Navíc k tomuto tématu existuje jen velmi málo vhodných didakticky zpracovaných výukových materiálů. V RVP pro gymnázia (Výzkumný ústav pedagogický, 2007) je toto téma přímo zmíněno jako součást organické chemie a je zde i poměrně velká návaznost na další přírodovědné předměty. Druhé téma, které bylo zvoleno, se týkalo problematiky hnojiv. Zde byl hlavním důvodem zpracování tematiky značný nedostatek výukových materiálů, jelikož v běžně používaných středoškolských učebnicích neexistovala ani samostatná kapitola k danému tématu.

## **Rešerše zdrojů k vybraným tématům**

Rešerše zdrojů se zaměřila na mapování nejen obsahu zdrojů, ale také na didaktické zpracování obou témat zejména ve středoškolských učebnicích. Výsledek rešerše měl přispět ke stanovení obsahu a rozsahu nově vznikajícího výukového materiálu. Zkoumány byly středoškolské učebnice, které vyplynuly z šetření Klečky (2008) jako často používané, závěrečné vysokoškolské práce, publikace a webové stránky. Vybrán byl reprezentativní vzorek odrážející současný stav.

Z provedené rešerše vyplynulo, že v často používaných středoškolských učebnicích byla kapitola k problematice léčiv zastoupena pouze v některých z nich, a že problematika hnojiv nebyla samostatně zastoupena v žádné z vybraných učebnic. Na základě provedené frekvenční pojmové analýzy bylo zjištěno, že se k léčivům ve zvolených učebnicích vyskytovalo celkem 190 pojmů. Vesměs se jednalo spíše o výčet chemických látek (68 %) používaných v léčivech nebo k jejich přípravě anebo o konkrétní názvy léků nebo léčivých přípravků. Dále bylo možné konstatovat, že z tohoto poměrně velkého množství pojmů se pouze 6 z nich (z celkového počtu přes 3 %) vyskytovalo ve všech vybraných učebnicích. K chemii hnojiv bylo nalezeno celkem 65 pojmů, z nichž 14 % se vyskytovalo ve všech hodnocených učebnicích. Závěrečné vysokoškolské práce byly zaměřeny hlavně na zpracování námětů laboratorních úloh zabývajících se přípravou léčiv a také na podrobné zpracování exkurze do Farmaceutického muzea v Kuksu. Webové stránky v tomto ohledu spíše poskytovaly neucelený výukový materiál.

Analýza vybraných zdrojů ukázala, že není mnoho výukových materiálů, které by daná témata pojaly komplexněji, a proto se otevřel nový prostor pro tvorbu výukových materiálů.

## Postup při tvorbě výukových materiálů

Při tvorbě výukových materiálů byl brán ohled na následující faktory:

- současný stav dostupných výukových materiálů
- obsah a rozsah učiva
- motivace žáků (i z hlediska výběru vhodných metod a forem výuky)
- obtížnost učiva
- práce učitele

Obsah a rozsah zvoleného učiva pro tvorbu nových výukových materiálů vycházel v první řadě z kurikulárních dokumentů. První z nich byl RVP pro gymnázia (Výzkumný ústav pedagogický, 2007). Chemii léčiv můžeme nalézt v tomto dokumentu ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, kde je toto učivo součástí organické chemie. Obsah a rozsah není přímo z daného dokumentu patrný, díky tomu mají autoři široké pole působnosti. Je však možné alespoň orientačně vycházet z očekávaných výstupů. V tomto případě daná problematika odpovídá očekávanému výstupu „využití v praxi“. Téma Hnojiv zase navazuje na očekávané výstupy „využití v praxi“ a „vliv chemických látek na životní prostředí“. Kromě toho určitý rámec obsahu i rozsahu vycházel z náplně průřezového tématu Environmentální výchova. Druhým kurikulárním dokumentem využitým k volbě obsahové náplně materiálů byl Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky – CHEMIE platný od školního roku 2009/2010, kde bylo využito popsaných dovedností žáka nejen v teoretické rovině (popsat běžně používané skupiny léčiv nebo zdůvodnit význam výroby průmyslových hnojiv), ale také v praktické (popsat podstatu základních analytických metod). V dalším ohledu byla soustředěna pozornost na praktické využití poznatků a dovedností žákem a to nejen v současném životě, ale také v životě budoucím.

Velmi důležitým faktorem pro tvorbu výukových materiálů byla snaha o motivaci žáka. Efekt motivace se už vlastně odrazil i v samotném obsahu a rozsahu učiva, tj. v návaznostech na předchozí zkušenosti žáka a také na praktickém využití obsahu. Kromě toho při koncepci a zpracování materiálů byly vybrány rozmanité metody (např. brainstorming nebo hry) i formy výuky (např. exkurze nebo laboratorní cvičení). Důraz byl také kladen na aktivní zapojení žáka do výuky formou motivačních úloh nebo proložením powerpointové prezentace otázkami tak, aby žáci jenom pasivně nepřihlíželi jejímu promítání. Realizace témat byla spojena s využitím didaktické techniky, případně moderních laboratorních přístrojů.

Učivo bylo uspořádáno tak, aby jednotlivé pojmy na sebe hierarchicky navazovaly, čímž se dalo předejít zvýšené obtížnosti. K tomu byly využity i další prvky, jako například různá velikost písma, barevné rozlišení nebo využití grafických symbolů v textových částech.

Při zpracování výukových materiálů bylo také důležité brát ohled na učitele, který s nimi bude pracovat. S tímto hlediskem bylo také počítáno, a proto jednotlivé výukové materiály byly vzájemně propojeny, což mělo učiteli usnadnit orientaci. Dále byly zpracovány metodické pokyny, které poskytují jakýsi návod, jak jednotlivé typy výukových materiálů využít. Ty přesně popisují činnosti žáka a učitele v průběhu jednotlivých vyučovacích hodin. Rovněž je zde také uveden časový harmonogram, potřebné pomůcky a didaktická technika. Teoretické zázemí je dáno učebním textem. Všechny úkoly a testové položky jsou doplněny autorským řešením. K žakovským pracovním listům k jednotlivým laboratorním úlohám existuje také učitelská verze, ve které mimo jiné nalezne učitel přesný návod na přípravu chemikálií, obrázky z výsledků chemického pokusu a cenné rady, jak daný pokus úspěšně zrealizovat ve svých vyučovacích hodinách. Zároveň je součástí učitelské verze doporučení z hlediska formy provedení a věku žáků. Nechybí ani údaj týkající se časové náročnosti provedení chemického pokusu žáky a doplňující informace např. o použitých látkách.

## **Popis vytvořených výukových materiálů**

K vybraným tematickým celkům byly vytvořeny následující výukové materiály:

- učební text
- powerpointové prezentace
- pracovní listy
- metodické pokyny s řešením jednotlivých úloh
- hry
- návody na laboratorní cvičení
- testy
- náměty na exkurzi

Vzhledem k rozdílným zaměřením (např. humanitní a všeobecné gymnázium) a k rozdílným možnostem jednotlivých středních škol (povinný předmět chemie, volitelné předměty, integrované předměty) byl tento výukový materiál zpracován na více úrovních (základní a rozšiřující). Základní verze byla doporučena do předmětu chemie a rozšiřující verze do semináře z chemie (případně do semináře z přírodovědných předmětů) nebo do samostatného volitelného předmětu.

Základem celého výukového materiálu je učební text (pro léčiva cca 80 stran, pro hnojiva cca 48 stran). Učební text je určený především pro učitele k jejich přípravě na jednotlivé vyučovací hodiny. Mohou ho však také využívat zvědavější žáci k samostudiu. Při tvorbě učebního textu byla zohledněna tzv. didaktická vybavenost (Průcha, 1985). Ta v sobě zahrnuje 36 komponent, které by daná učebnice (případně učební text) měla obsahovat. Jedná se o prvky charakterizující oblast prezentace učiva, oblast řídicí učení a oblast mapující orientační aparát. Obsahově je učební text členěn na obecnou část, speciální část a na autorské řešení otázek a úkolů zde obsažených. Žákům je učivo primárně zprostředkováno pomocí powerpointové prezentace. Podle časových možností a účelu využití je možné si vybrat ze tří (v případě léčiv) nebo ze dvou (v případě hnojiv) variant. Jednotlivé snímky jsou doplněny otázkami a úkoly a také nechybí zajímavosti.

Součástí tohoto souboru jsou také pracovní listy. Do nich mohou žáci přímo vpisovat své odpovědi a posléze je například využít k přípravě na vyučovací hodiny. Pro základní verzi byl vytvořen 1 pracovní list a pro rozšiřující verzi 4 pracovní listy. Výuku je možné také zpestřit pomocí různých typů her zaměřených na uvedenou problematiku (např. pexeso, křížovky, osmisměrky, piškvorky). K ověření získaných poznatků a dovedností slouží vytvořené testy. Metodické pokyny usnadní učiteli práci s celým výukovým materiálem. K propojení teorie s praxí slouží návody na chemické experimenty, ve kterých žáci pracují přímo s dostupnými léčivy nebo je připravují.

## **Výzkumná část (popis, výsledky, diskuse)**

Celá výzkumná část dizertační práce probíhala v letech 2011/2013 a byla rozdělena celkem do tří etap. První etapa se z větší části věnovala ověření chemických experimentů a k nim vytvořeným pracovním listům žáky středních škol. V další etapě byly hodnoceny výukové materiály k problematice chemie léčiv a také byl sledován přístup žáků a učitelů k tomuto tématu. Poslední etapa zjišťovala uplatnění výukových materiálů k tématu chemie hnojiv a rovněž se zabývala postojem žáků a učitelů k dané problematice. Ve všech třech případech proběhlo vyhodnocení formou dotazníkového šetření.

V rámci první etapy šetření absolvovalo 131 žáků společně se svými učiteli (celkem 10) laboratorní cvičení na Přírodovědecké fakultě UK v Praze. Zde si mohli vyzkoušet tři chemické pokusy. Jednotlivé pokusy byly vybrány tak, aby žáci mohli pracovat přímo s volně prodejnými léčivy, o kterých už pravděpodobně slyšeli v rámci výuky chemie. Jednalo se o acylpyrin a „borovou vodu“. Z důvodu možnosti ukázky práce s moderním přístrojem a přiblížení se realitě v dnešních laboratořích byla jedna úloha zaměřena na spektroskopii, ale úlohu lze realizovat se skromnějším vybavením kolorimetricky. Dotazník byl zvlášť zkonstruován pro žáky a zvlášť pro učitele. Vlastní část žakovského dotazníku obsahovala celkem 12 položek (10 uzavřených a 2 otevřených), z nichž některé se skládaly z více podotázek. Učitelův dotazník se skládal z 13 otázek (11 uzavřených a 2 otevřených) s řadou podotázek.

Žáci i učitelé považovali laboratorní cvičení za přínosné a připravené pracovní listy hodnotili jako srozumitelné. Nebyly statisticky prokázány rozdíly mezi chlapci a dívkami v přístupu k chemickým pokusům obecně ( $p$ -hodnota  $\chi^2 = 0,37$ ) a zároveň i k prakticky zaměřeným chemickým pokusům ( $p$ -hodnota  $\chi^2 = 0,45$ ). Většina žáků hodnotila chemické pokusy jako zajímavé, praktické a smysluplné. Logicky vyplynulo, že žáci, kteří mají chemické pokusy ve větší oblibě, by je také rádi prováděli s větší četností (hodnota Pearsonova korelačního koeficientu = 0,45). Největší úskalí zařazení těchto pokusů viděli učitelé v nedostatečné časové dotaci laboratorních cvičení. Podobně jako převážná část žáků by uvítali více chemických pokusů k dané problematice. Toto šetření dále ukázalo možnou souvislost známky na vysvědčení z chemie s postojem žáků k danému předmětu (hodnota Pearsonova korelačního koeficientu = 0,6). Naopak nebylo zjištěno, že by známka na vysvědčení nějak výrazně souvisela s oblibou provádět chemické pokusy (hodnota Pearsonova korelačního koeficientu = 0,29), které se všeobecně u žáků těší velké přízni. Této skutečnosti by se mohlo využít k většímu zapojení prospěchově slabších žáků do výuky tohoto předmětu.



Druhé etapy šetření se zúčastnilo 431 žáků (z toho 417 žáků gymnázií a 14 žáků SOŠ s chemickým zaměřením) a 29 učitelů chemie. V této etapě byly mimo jiné hodnoceny výukové materiály k tématu chemie léčiv, žáky především powerpointová prezentace a pracovní listy, učiteli pak učební text, powerpointová prezentace, metodické podklady a pracovní listy. Vlastní část žakovského dotazníku obsahovala celkem 9 otázek (8 uzavřených a 1 otevřená). Některé otázky se skládaly ještě s podotázek. Učitelský dotazník tvořilo 6 otázek (5 uzavřených a 1 otevřená). Dotazníky žáků gymnázií a SOŠ byly vyhodnoceny odděleně.

Na základě provedeného dotazníkové šetření bylo zjištěno, že podle převážné většiny žáků (99 %) dané téma do chemie patří. Dívky jsou si tímto tvrzením více jisté (p-hodnota  $\chi^2 = 0,02$ ) než chlapci. Problematiku chemie léčiv považují opět zejména dívky za vysoce motivující v porovnání s dalšími tématy z oblasti chemie (p-hodnota  $\chi^2 = 0,00$ ). Samotné téma připadá dívkám o něco zajímavější než chlapcům (p-hodnota  $\chi^2 = 0,00$ ). Jejich celkově pozitivnější přístup k dané problematice je možné dát do souvislosti s větší oblibou biologie (zřejmě člověka) a s větším zájmem o své zdraví. Potěšující je také fakt, že pouze 3 % žáků přišlo dané téma nudné, zbytek ho považovalo za převážně zajímavé nebo alespoň za snesitelné. Zároveň by řada žáků uvítala, kdyby se ve výuce chemie objevila i další podobná témata. Opět jsou si tímto tvrzením více jisté dívky než chlapci (p-hodnota  $\chi^2 = 0,00$ ). Přes 88 % žáků přineslo dané téma nové praktické poznatky. Použité výukové materiály hodnotili žáci vesměs kladně zejména pak powerpointovou prezentaci. Učitelé považovali výukové materiály rovněž za vyhovující. Nejvíce se jim líbil učební text. Za potěšující lze považovat rovněž skutečnost, že dané výukové materiály bude převážná většina učitelů ve svých hodinách dále používat.

Poslední dotazníkové šetření bylo zaměřeno na vyhodnocení připraveného souboru materiálů tentokrát k problematice hnojiv. Podílelo se na něm 242 žáků a 16 učitelů chemie. Žáci opět hodnotili powerpointovou prezentaci, pracovní listy a navíc také vybrané vytvořené hry (např. hra Bludiště, křížovka, osmisměrka). Učitelé pak posuzovali podobně jako žáci powerpointovou prezentaci, pracovní listy, hry, učební text a metodické pokyny. Kromě toho byl zjišťován také postoj žáků a učitelů k tomuto tématu a jeho možné začlenění do výuky chemie na středních školách. Porovnávána byla také rozdílnost přístupu žáků středních odborných škol (84 žáků) oproti žákům gymnázií (158 žáků). Vlastní část žakovského dotazníku obsahovala 9 otázek, z nichž 7 bylo s uzavřenou odpovědí a 2 s otevřenou odpovědí. Některé otázky obsahovaly ještě podotázky. Učitelský dotazník byl složen z 9 otázek. Podobně jako žáci se k dvěma otázkám učitelé vyjadřovali volnou formou odpovědi.

Na základě provedeného dotazníkové šetření bylo zjištěno, že více než polovina žáků SOŠ a 61 % žáků gymnázií považovala dané téma za snesitelné. Pouze 7 % žáků gymnázií a 4 % žáků SOŠ uvedlo, že jim dané téma přišlo nudné. Rozdíly ve vnímání tématu z hlediska jeho zajímavosti žáky obou typů školy nebyly statisticky potvrzeny (p-hodnota  $\chi^2 = 0,08$ ). Rovněž se neprokázalo, že by pohlaví mělo vliv na hodnocení zajímavosti (p-hodnota  $\chi^2$  pro žáky gymnázií = 0,77, p-hodnota  $\chi^2$  pro žáky SOŠ = 0,81). Na druhou stranu 83 % žáků gymnázií a 89 % žáků SOŠ souhlasilo s jeho praktickým přínosem. Žákům středních odborných škol připadalo téma náročnější než žákům gymnázií (p-hodnota  $\chi^2 = 0,04$ ), což souviselo zřejmě s různým vzdělávacím obsahem předmětu

chemie na těchto typech škol. Největší roli motivace při výuce tématu přisuzovali žáci obou typů škol svému učiteli. Výukové materiály hodnotili žáci i učitelé vesměs pozitivně. Řešení pracovního listu přišlo náročnější opět žákům středních odborných škol. Učitelé obou typů škol neshledali závažné důvody, které by jim neumožnily dané materiály ve výuce používat. Někteří se shodují, že zejména do seminářů je to velmi vhodný materiál. Pochválili rovněž mezipředmětovou návaznost.

## **Závěr**

V době, kdy se klade větší důraz na praktické poznání žáka, nabývají témata bezprostředně spjatá s touto oblastí na významu, proto se i tato dizertační práce věnovala dané problematice. Na základě zjištěných nedostatků v oblasti Chemie kolem nás se podařilo vytvořit ucelenější výukové materiály zaměřené na léčiva a hnojiva. Tento soubor obsahoval učební text, powerpointové prezentace, pracovní listy, hry, návody na laboratorní cvičení, náměty na exkurze, metodické pokyny a testy. Tyto výukové materiály byly posuzovány učiteli a žáky středních škol. Výsledky byly zpracovány na základě provedeného dotazníkového šetření.

Šetření prokázalo, že daná témata žáci považují za užitečná a také vesměs za zajímavá. U problematiky léčiv se ukázalo, že dívky výrazně přistupují k danému tématu pozitivněji než chlapci, což nebylo potvrzeno u druhého zvoleného tématu. Rovněž se prokázalo, že velkou roli v motivaci žáků sehrává učitel. Lze se tedy domnívat, že i sebelépe zpracované téma je ovlivněno učitelovým podáním. Vytvořené výukové materiály hodnotili učitelé i jejich žáci převážně kladně. Drobné nedostatky byly následně odstraněny.

Závěrem je možné konstatovat, že tyto výukové materiály jsou vhodné k použití především na gymnáziích. Na středních odborných školách je nutné počítat s delším časovým průběhem vzhledem k odlišným schopnostem a vědomostem žáků.

## Introduction

It is impossible to imagine human life without chemistry. Chemical products are spread not only in the field of industry but, naturally, also in our everyday life. It turns out that the students are aware of this. Problems occur however, when students have to say, how they can apply chemistry in their own life. One of the options to solve this problem is integrating into teaching those topics which support the practical meaning of chemistry. These topics can be generally summarized into the topic Chemistry around us. Such topics are part of the in the Framework Education Programme for secondary schools (*Paedagogical Research Institute*, 2007) where they are presented as individual or as a part of combined topics. Beside this fact, schools have the possibility to offer integrated subjects or use optional ones. Thus, it seems nothing is standing in the way of integrating topics from the field Chemistry around us into the curriculum. Yet there is also the teacher who has with content on one hand, and also with getting a sufficient amount of educational materials needed for the realisation of the topics given on the other. These issues have already been addressed by Škoda's work (2003), where it is stated that teachers do not like to teach these topics. One of the reasons for this could be an insufficient amount of time or the preparation for teaching the subject and the insufficient amount of materials.

With regard to this, this paper tries to give help by offering newer, more complex educational materials for selected topic from the field of Chemistry around us. Educational materials as a whole should offer the teacher enough impulses for the realisation of the topic given in the subject of chemistry in secondary schools in particular. Its possible implementation, advantages and insufficiencies are to be found out with the help of the questionnaire investigation. The results discovered by the questionnaire are meant to help giving feedback for possible changes.

## Goals

On the basis of the information mentioned, this dissertation has following goals:

- briefly evaluating available educational materials regarding the field Chemistry around us
- choose 2 topics suitable to be worked out
- carrying out a research in printed and internet resources regarding the given topics
- carrying out an analysis of high school chemistry course books (overview) with regard to the selected topics the topics given
- finding out the Framework Education Programme's approach for secondary schools to the topic of chemistry given
- creating a more comprehensive teaching material dealing with selected topics from the field of Chemistry around us and testing this material in high school classes
- getting feedback to the created teaching material, with the help of the questionnaire investigation
- evaluating the use of the educational material in high school education on the basis of the test results

- deducing conclusions regarding the approach of students and teachers to the given issues and to educational materials as such

## **Progress of the research work**

### **Choosing the topics**

Thanks to the broad content of the field Chemistry around us, it became necessary to narrow the scope to fewer topics. The selection criteria given were: practicability for the student not only in current life but in future in particular, accessibility of text tools (school books, university diploma works and internet documents), continuity of content in regard to the Framework Education Programme as far as secondary schools are concerned (*Paedagogical Research Institute*, 2007) and also the interdisciplinarity which could provide for an application in more subjects and also the possibility of including it into an integrated subject which would lead to a more efficient use of the new educational materials as a whole. Out of the topics taking into consideration the given knowledge and abilities of a student with special regard to his future, the pharmaceutical issue seemed to be an apt one. Everybody is in contact with pharmaceutical products. The need for medication rises with getting older which is the reason why there is a link to the future in future too. Moreover, this topic is insufficiently covered by suitable, didactically prepared educational materials. In the Framework Education Programme for secondary schools (*Paedagogical Research Institute*, 2007) this topic is mentioned as a part of the organic chemistry and a strong connection to other natural sciences is given here as well. The second selected topic is fertilizers. The main reason for choosing this issue was the insufficient amount of educational materials as secondary school education books did not even include a single chapter dealing with this topic.

### **Research of resources to the topics chosen**

The research of the resources was concentrated not only on mapping the content of the sources but also on didactical processing of both topics mainly in the secondary school education books. The result of the research should be a contribution to defining the content and scope of the newly produced teaching material. We focused on secondary school education books which, according to the investigation carried out by Klečka (2008) were frequently used, and on university graduation theses, publications and web sites.

The research has shown that the pharmaceutical topic was mentioned only in a part of the books frequently used for secondary schools and that the fertilizer topic was not mentioned in any of the selected books as an individual topic. On the basis of the frequency term analysis, it was found out that there were 190 terms regarding pharmaceutical products in the school selected books. There were mainly enumerations of chemicals (68 %) used in pharmacological products or for the preparation thereof or specific names of drugs or medical preparations. Moreover, it was found out that only 6 of this large amount of terms (3 % of the total amount) occurred in all selected books. There were 65 terms discovered regarding the fertilizer topic, with 14 % of those found in all

monitored books. University graduation theses primarily focused on elaborating motives for laboratory tasks in relation to detailly planned excursions to the Czech Pharmaceutical Museum in Kuks. With regard to this topic, the websites offered rather incomplete educational materials.

The analysis of the sources chosen has shown that there is an insufficient amount of educational materials, which would provide a more comprehensive overview of the topics given and therefore new space for creating educational materials has opened.

## **Process during the creation of new educational material**

Creating educational materials, the following factors were taken into account:

- present state of accessible teaching material
- content and range of the curriculum
- student's motivation (also from the point of view of choosing the right method and teaching forms)
- difficulty of the curriculum
- teacher's work

The volume of the issues chosen for the creation of new educational materials was primarily based on the curricular documents. First of these documents was the Framework Education Programme for secondary schools (*Paedagogical Research Institute*, 2007). Medicinal chemistry can be found in this document in the educational section "*Human and nature*", where this topic is part of the organic chemistry. The content and range is not directly visible from the document given. Therefore the authors have a broad operational field. But it is possible – at least in order to get an overview – to take the expected outputs into account. In this case, the given issues correspond to the expected outputs regarding "*application in practise*". The fertilizer topic is connected to expected outputs "*application in practise*" and "*effect of chemicals on the environment*". Apart from that, a certain part of the content and range was based on the content of the interdisciplinary topic "Environmental education". The second curricular document used for the selecting the content of the materials was the *Catalogue of requirements of exams of the joint part of the graduation exams – CHEMISTRY* valid from the 2009/2010 school term, where the student's respective skills were used not only in the theoretical level (describing the commonly used pharmacological groups or justify the relevance of fertilize production) but also in the practical level (describing the substance of elemental methods for analysis). Furthermore, attention was paid to the students using their knowledge in practice themselves not only in the present but also in the future life.

A very important factor for creating teaching material was the effort to motivate the student. The motivation effect was reflected also in the content and range of the curriculum itself - that means in the interconnectedness of the student's previous experience and also in the practical use of the content. Besides this, various methods (e.g. brainstorming or plays) and also teaching methods (excursions or laboratory exercises) were taken into account while outlining the curriculum and working on the materials. Emphasis was also placed on the student's active participation in education. The methods used here were e.g.

motivational exercises or questions during powerpoint presentations so that the students did not just follow the projection passively. The realisation of the topics was combined with using didactical techniques and of laboratory devices if needed.

The curriculum was organised according to a hierarchical sequence of particular terms, which avoided more significant difficulties. Additionally, various elements as the size of letters, coloured differentiation and the implementation of graphical symbols in the text parts were used.

While working on educational materials, it was also important to take the teacher into account, who will work with the students. This point of view was taken into account as well and therefore, the respective educational materials were interconnected, which was to simplify orientation. Furthermore, methodical instructions giving a kind of guidance for working with the particular educational materials, were elaborated. These instructions describe clearly the student's and the teacher's part during each lesson. A time table, particular tools and a didactical technique are mentioned in those instructions as well. Theoretical background is given by the teaching text. All tasks and test parts are complemented by the author's solution. There is also a teacher's version of the student's work sheets to particular laboratory exercises. In this version, the teacher can find a precise instruction for the preparation of chemicals, pictures of the chemical experiment results and useful help, how to carry out particular experiment successfully during the lessons. A recommendation regarding the realisation of the experiment, as well as the age of the students is also part of the teacher's version. There is also a figure indicating the time needed for the realisation of the experiment by the students and additional information e.g. about the fabric used can be found in the teacher's version too.

## **Description of the educational materials**

To the thematic units included the following educational materials:

- teaching text
- powerpoint presentation
- worksheets
- methodical instructions indicating the solution of particular exercises
- plays
- set of laboratory worksheets
- tests
- suggestions for excursions

Taking into account the different targets of the secondary schools (liberal arts and general) and the different opportunities of particular secondary school (chemistry as an obligatory subject, optional subjects, integrated subjects) into account, this teaching material includes more levels (basic and extended). The basic version was recommended for the chemistry subject and the extended version for the chemistry seminar (maybe for the natural science seminar) or as an individual optional subject.

The basis for the whole teaching material is a teaching text (pharmaceutical issues - about 80 pages, fertilizers about 48 pages). The teaching text is mainly meant for teachers

and their preparation for particular lessons. But the text can be also used for the students' self-study. Creating the teaching text, the didactic equipments were taken into account (Průcha, 1985). These include 36 components, which the schoolbook (alternatively the teaching text) should contain. This issue refers to elements characterizing the area of the curriculum presentation, the area directing the education and area of orientation apparatus mapping. As far as the content is concerned, the teaching text is divided into a general part, a special part and a part including the author's solution of questions and exercises given here. The students are confronted with the curriculum primarily via a powerpoint presentation. Depending upon the duration and purpose of use, it is possible to choose out of three (pharmacological field) or out of two (fertilizers) variants. The individual pictures are supplemented with questions and exercises, interesting additional information is included as well. Worksheets form another part of this file. The students can fill their answers directly into the papers and use them while learning for the lessons. The basic version includes 1 worksheet whereas in the extended one, there are 4 papers available. Teaching can be enriched with different types of plays with regard to the specific tasks (e.g. pairs, crosswords, word search, noughts and crosses). Specially designed tests are used in order to assess the acquired knowledge. Methodical instructions simplify the teacher's work with this material. Instructions for chemical experiments serve for interconnecting theory and practice. Within these experiments, the students work with the accessible medicine directly or even prepare it.

### **Research part (description, results, discussion)**

The whole research part of the dissertation was taking place between 2011-2013 and was divided into 3 phases. The first phase mainly included proving the chemical experiments and the work sheets designed for the students of secondary school. In the next phase, the educational materials for the issues of pharmacological chemistry were evaluated and the approach of students and teachers to this topic was studied as well. The last phase included the application of the fertilizer chemistry educational materials as well as with the attitude of the students and teachers to these issues. All three phases were monitored with the help of the questionnaire investigation.

As far as the scope of the first investigation is concerned, 131 students, together with their teachers (10), took part in laboratory exercises at the Faculty of Science at the Charles University of Prague. There they were able to try out 3 chemical experiments. In each experiment, the students were able to work with non-prescription pharmaceutical products and in that case, it was assumed they had already heard about this medication within the chemistry lesson. These experiment pharmaceuticals were aspirin and "boric water". In order to be able to demonstrate the work with a modern device and to approach the work with a spectroscope in modern laboratories, in one of the experiments calorimetrical equipment was used. There was a separately designed questionnaire for students and one for teachers. The proper student's part included 12 questions overall (10 open and 2 closed), with some consisting of more subsections. The teachers' questionnaire included 13 questions (11 closed and 2 open) with several subsections.

The students and teachers regarded the laboratory exercises as helpful and the

worksheets prepared for them as understandable. Statistics showed neither differences between the girls' and boys' approach to the chemical experiments in general (p-value  $\chi^2 = 0,37$ ) neither to the practically oriented chemical experiments (p-value  $\chi^2 = 0,45$ ). Most of the students regarded the experiments as interesting, practical and reasonable. Therefore the logical consequence is that students who like the chemical experiments more, would like to perform them more often (Pearson correlating coefficient = 0,45). According to the teachers, most of the difficulties regarding the implementation of the experiments into the curriculum were posed by the time needed to carry out the experiments. Just like most of the students, the teachers would like to have more experiments to the given topics. This investigation laid open the possible connection between the grade for chemistry on a student's certificate and the attitude towards that subject (Pearson correlating coefficient = 0,6). Yet it was not found out that the mark on the certificate would correlate with the student's fondness of carrying out chemical experiments (Pearson correlating coefficient = 0,29), which generally are favoured by the students very much. This fact could be used in order to stronger integration students, who have less favourable school results, into teaching the subject.

431 students (417 from secondary schools and 14 from vocational schools with chemical orientation) and 29 chemistry teachers took part in the second investigation phase. This phase included the evaluation of educational materials from the pharmaceutical field where the students mainly evaluated powerpoint presentations and work sheets, whereas the teachers evaluated the teaching texts, powerpoint presentations, methodical materials and work sheets. The student's questionnaire part itself included 9 questions in total (8 closed and 1 open). Some of the questions included a subquestion. The teacher's part consisted of 6 questions (5 closed and 1 open). Questionnaires for secondary school/high school students and students from vocational schools were evaluated separately.

On the basis of the questionnaire investigation, it was found out that according to most of the students, the above-mentioned topic fits into the field of chemistry (99 %). Girls are more sure (p- value  $\chi^2 = 0,02$ ) than boys in saying so. Also the medication issue is regarded, especially by the girls, as highly motivating in comparison to other topics from the field of chemistry (p- value  $\chi^2 = 0,00$ ). The topic itself seems to be a little more interesting to the girls than boys (p- value  $\chi^2 = 0,00$ ). The girl's more positive approach to this issue given can be explained with their higher interest in biology (apparently biology of humans) and with a higher interest in their health. Another encouraging aspect is the fact that only 3 % of the students thought the topic to be boring, with the rest regarding it as mostly interesting or at least tolerable. At the same time, most of the students would appreciate having more similar topics in the chemistry lessons. Again, the girls are here more sure in saying so than boys (p- value  $\chi^2 = 0,00$ ). More than 88% of the students gained new practical knowledge from this topic. The teaching material, the powerpoint presentation in particular, was evaluated by most of the students as positive. Teachers regarded the educational materials as suitable too. They liked the teaching texts most. Also the fact that most of the teachers are going to use the educational materials in their future lessons, is encouraging.



The last questionnaire investigation aimed at evaluating the prepared set of educational materials to the fertilizers chemistry topic. 242 students and 16 chemistry teachers took part in this investigation. Here again, the students were evaluating the powerpoint presentation, work sheets and, in addition selected games prepared for this programme (e.g. the following games: labyrinth, crossword, word search). Similarly to the students, the teachers evaluated the powerpoint presentation, work sheets, teaching texts and methodical instructions. Besides that, the approach of the students and teachers to this topic was evaluated, together with this topic's integration to the curriculum of the chemistry subject in secondary schools. The questionnaire also helped in comparing the different approach of the students at vocational schools (84 students) and students of secondary schools (158 students). The student's questionnaire part itself included 9 questions, wherefrom 7 had a closed and 2 an open answer. Some questions included subquestions. The teachers' questionnaire consisted of 9 questions and similarly to the students, the teachers answered 2 questions freely.

On the basis of the questionnaire investigation, it was found out that more than the half of the students of vocational schools and 61 % of the secondary school/high school students said, this topic was tolerable for them. Only 7 % of the secondary school/high school students and 4 % of the students of vocational schools stated, the topic was boring for them. A difference in the perception of the topic's curiosity between the students of both types of schools has not been statistically proven ( $p$ -value  $\chi^2 = 0,08$ ). It has neither been proven that sex would have an effect on the evaluation of the curiosity (the  $p$ -figure  $\chi^2$  for the secondary school/high school students was = 0,77, the  $p$ -value  $\chi^2$  for vocational school students was = 0,81). Yet 83 % of the high school students and 89 % of vocational schools students agreed on the practical sense of the topic. Vocational school students found the topic more difficult than secondary schools/high school students ( $p$ -value  $\chi^2 = 0,04$ ), which was probably due to the different content of the curriculum in the chemistry subject at both types of schools. Students of both types of schools said that the most important role regarding the student's motivation in teaching this subject was played by the teacher. The teaching material regarded as positive by both students and teachers. Again, vocational school students perceived the solution of the working paper as more difficult. Teachers of both types of schools did not find any reasons hindering them in using the given material in their lessons. Some agree, that suitable material was found - especially for seminars. They also appreciated the interconnection between different subjects.

## Conclusion

In days, when practical knowledge of a student is becoming more relevant, topics dealing directly with this field become more important as well. Therefore our dissertation also has dealt with this issue. On the basis of insufficiencies in the field of Chemistry around us we managed to create more coherent educational materials regarding the topics Pharmaceuticals and Fertilizers. This set included teaching texts, powerpoint presentations,

worksheets, games, laboratory worksheets, suggestions for excursions, methodical instructions and tests. These educational materials were evaluated by teachers and students of secondary schools. The results were elaborated via questionnaire investigation.

Our investigations showed that topics given were judged by the students as useful and mainly interesting. Regarding the topics of Pharmaceuticals, it turned out that the girls have an significantly more positive approach to the topic than boys which was not affirmed with the second topic chosen. It was also found out that the teacher plays an important role in motivating the students. It can therefore be assumed that a topic, no matter how well elaborated, is influenced by the teacher's interpretation. Both teachers and their students regarded the material set up mostly as positive. Slight insufficiencies were subsequently removed.

At the end it can be stated, that these educational materials are suitable for use especially at secondary schools. At vocational schools more time is needed because of the different level of abilities and knowledge of the students.

## ŽIVOTOPIS

**Jméno:** Ivona

**Příjmení:** Štefková

**Datum narození:** 22.2.1977

**Místo narození:** Karlovy vary

**Kontaktní údaje:** tel. 776 004 781, e-mail: stefkova.ivona@malgym.cz

### Průběh vzdělání:

- ZŠ Krušnohorská, Karlovy Vary, 1983 - 1991
- První české gymnázium Karlovy Vary, 1991 – 1995 (ukončeno maturitní zkouškou)
- Přírodovědecká fakulta UK v Praze, 1996 – 2001, získaný titul Mgr. – obory Učitelství chemie a biologie
- Přírodovědecká fakulta UK v Praze, 2001-2003, získaný titul Bc. – obor Klinická a toxikologická analýza
- Přírodovědecká fakulta UK v Praze, 2006, získaný titul RNDr., název rigorózní práce: „Molekulová absorpční spektroskopie v UV – VIS oblasti ve výuce chemie na středních školách“
- Přírodovědecká fakulta UK v Praze, od roku 2007 Ph.D. program, obor Vzdělávání v chemii, téma dizertační práce „Tvorba vzdělávacích materiálů s pomocí moderních technických pomůcek z oblasti chemie kolem nás“, státní doktorské zkoušky absolvovány z Pedagogiky, z Organické chemie a z Didaktiky organické chemie a biochemie

### Průběh zaměstnání:

- od 2006 dosud učitel biologie a chemie na Malostranském gymnáziu Josefská 7, Praha 1
- v roce 2007 stáž na střední škole ve městě Lyon, Francie

## PUBLIKAČNÍ ČINNOST

1. TREJBALOVÁ, I., URVÁLKOVÁ-STRATILOVÁ, E., ŠMEJKAL, P.: *Employment of Suitable Devices and Preparation of Educational Materials for Physical Chemistry Education at High Schools*. Problems of Education in the 21th Century, 2007, Roč. 2007, č. 2, s. 82-88. ISSN 1822-7864.
2. TREJBALOVÁ, I., ŠMEJKAL P., STRATILOVÁ URVÁLKOVÁ, E.: *Analýza umělých a přírodních barviv absorpční spektroskopii pro SŠ*. In: Mezinárodní seminář o výuce chemie. Hradec Králové: Gaudeamus, 2008. Mezinárodní seminář Význam chemie pro život společnosti - výukové aplikace. s. 143-148. ISBN 978-80-7041-214-5.
3. URVÁLKOVÁ STRATILOVÁ, E., ŠMEJKAL, P., TREJBALOVÁ, I.: *Vybrané instrumentální metody ve výuce chemie na SŠ*. Praha: UK Přírodovědecká fakulta, 2008. ISBN 978-80-86561-70-7.
4. ŠMEJKAL, P., STRATILOVÁ-URVÁLKOVÁ, E., TREJBALOVÁ, I.; *Instrumentální chemická laboratoř na SŠ*. In Počítač ve škole 2008: Gymnázium Vincence Makovského, Nové Město na Moravě., 2008, s. 43-43.
5. URBANOVÁ, K., HÁJKOVÁ, Z., ŠTEFKOVÁ, I., KONEČNÝ, M.: *Teoretická chemie prakticky*. Praha: P3K, 2012. ISBN 978-80-87186-79-4.
6. ŠTEFKOVÁ, I., ŠMEJKAL, P.: *Výukové materiály k chemii léčiv pro SŠ*. In Súčasnosc' a perspektívy didaktiky chémie III. Donovaly: Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici, Fakulta prírodných vied, 2013, str. 107 – 112. ISBN 978-80-557-0546-0.
7. ŠTEFKOVÁ, I., ŠMEJKAL, P.: *Chemie léčiv ve výuce na SŠ*. In Aktuální problémy dizertačních prací oboru didaktika chemie. Olomouc: Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, 2013. ISBN 978-80-244-3776-7.
8. ŠTEFKOVÁ, I., ŠMEJKAL, P.: Hnojiva v chemických pokusech. *Biologie, chemie, zeměpis*. 23(1), s. 29 – 31, 2014. ISSN 1210-3349.
9. ŠTEFKOVÁ, I., ŠMEJKAL, P., KEKULE, M.: Hodnocení a uplatnění chemie léčiv ve výuce na gymnáziích. *Scientia in Educatione*. 2014, roč. 5, č. 1, v tisku. ISSN 1804-7106.

Účast na projektech jako přednášející:

- projekt 5P<sub>+</sub> - Hnojiva v učivu chemie a ve školních chemických experimentech
- projekt 5P<sub>+</sub> - Využití léčiv ve školních chemických experimentech
- projekt OPPA – Chemie léčiv ve výuce na střední škole

## POUŽITÉ ZDROJE (VÝBĚR) / REFERENCES

1. BARY, A., COGGER, C., SULLIVAN, D.: *Fertilizing with Manure*. [online]. [cit. 2012-05-15]. Dostupné z <http://cru.cahe.wsu.edu/cepuplications/pnw0533/pnw0533.pdf>.
2. BENEŠOVÁ, M., SATRAPOVÁ, H.: *Odmaturuj z chemie*. Brno: Didaktis spol. s.r.o., 2002. ISBN 80-86285-56-1.
3. BERGSTEDT, CH., DITRICH, V., LIEBERS, K.: *Člověk a příroda - Půda*. Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-7238-340-X.
4. BÍLEK, M. Aktuální trendy ICT ve výuce chemie: minulost, současnost a perspektivy. *Media4u*. 2010, roč. 7, č. X3, s. 38 -41. ISSN 1214-9187.
5. BOAKERTS, M.: *Efektivní učení ve škole*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7178-556-3.
6. BUDÍKOVÁ, M., KRÁLOVÁ, M., MAROŠ, B.: *Průvodce základními statistickými metodami*. Praha: Grada Publishing, 2010. ISBN 978-80-247-3243-5.
7. Centers for Ocean Sciences Education Excellence. *Eutrophication*. [online]. [cit. 2010-04-08]. Dostupné z [Http://new.coolclassroom.org/files/adventures/1/Eutrophication\\_Teacher.pdf](Http://new.coolclassroom.org/files/adventures/1/Eutrophication_Teacher.pdf)
8. Centrum pro zjišťování výsledků ve vzdělávání. *Katalog požadavků zkoušek společné části maturitní zkoušky – zkušební předmět chemie*. [online]. [cit. 2013-02-22]. Dostupné z [http://www.novamaturita.cz/index.php?id\\_document=1404033120](http://www.novamaturita.cz/index.php?id_document=1404033120).
9. ČTRNÁCTOVÁ, H.: *Výběr a strukturace učiva chemie*. Praha: SPN, 1982.
10. DOPITA, M. Zájem žáků středních škol o fyziku, chemii a matematiku. In *Nové metody propagace přírodních věd mezi mládeží aneb věda je zábava*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta a Pedagogická fakulta, 2008, str. 17 – 21.
11. FEINMANN, S. E.: *Beneficial and toxic effects of aspirin*. Boca Raton. [etc.] : CRC Press, 1994.
12. FLEMR, J., DUŠEK, V.: *Chemie I pro gymnázia*. Praha: SPN, 2001. ISBN 80-7235-147-8.
13. FRENZEL, A, C. *Emotional Transmission in the Classroom: Exploring the Relationship between Teacher and Student Enjoyment*. Journal of Educational Psychologie. 2009, roč. 101, č. 3, s. 705 – 716. ISSN 0022-0663.
14. FRÝZKOVÁ, M., PALEČKOVÁ, J.: *Přírodovědné úlohy výzkumu PISA*. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 2007. ISBN 978-80-211-0540-9.
15. GAVORA, P.: *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2010. ISBN 978-80-7315-185-0.
16. GOLESTANEH, K.: *Percent Calcium Carbonate in Antacid*. [online]. [cit. 2012-11-29]. Dostupné z [http://www.mtsac.edu/~kgolestaneh/50\\_Antacid\\_determination\\_Procedures](http://www.mtsac.edu/~kgolestaneh/50_Antacid_determination_Procedures).
17. HENDL, J.: *Přehled statistických metod zpracování dat*. Praha: Portál, 2006. ISBN 978-80-736-7123-5.
18. HÖFER, G., SVOBODA, E.: Některé výsledky celostátního výzkumu „*Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky*“. Sborník příspěvků – Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2. ZČU, Plzeň, 2005. ISBN 80-7043-418-X
19. HORÁK, F.: *Aktivizační didaktické metody ve výchovně vzdělávacím procesu*. Olomouc, 1981.
20. HRABAL, V., MAN, F., PAVELKOVÁ, I.: *Psychologické otázky motivace ve škole*. Praha: SPN, 1989. ISBN 80-04-23487-9.
21. HRABAL, V., PAVELKOVÁ, I.: *Školní výkonová motivace žáků*. Praha: Národní ústav odborného vzdělávání, 2011. ISBN 978-80-87063-34-7.
22. CHEUNG, D.: *Students' attitudes toward chemistry lesson*. The interaction effect between grade level and gender. Research in Science Education, 2009. r. 39, č. 1, s. 75-91.
23. CHILDS D., COX L.: *FDA Group Issues Cautions on Acetaminophen Overdose*. [online]. [cit. 2011-01-09]. Dostupné z <http://abcnews.go.com/Health/PainNews/story?id=7699582&page=1>.
24. CHRÁSKA, M.: *Metody pedagogického výzkumu*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1369-4.

25. JANÁS, J.: *Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole*. Brno: UJEP, 1985.
26. KAN, A., AKBAS, A.: *Affective Factors That Influence Chemistry Achievement (Attitude and Self Efficacy) and The Power of these Factors to predict Chemistry Achievement*. Journal of Turkish Science Education, 2006. r. 3, č. 1, s. 76 -85.
27. KAŠOVÁ, J.: *Škola trochu jinak: projektové vyučování v teorii a praxi*. Kroměříž: Iuventa, 1995.
28. KENNEDY, J.: *Chemistry Fertilizers*. [online]. [cit. 2010-04-08]. Dostupné z [http://www.ideas4aged.com/uploads/3/7/0/4/3704787/mcspadden\\_fertilizer\\_chemistry.pdf](http://www.ideas4aged.com/uploads/3/7/0/4/3704787/mcspadden_fertilizer_chemistry.pdf).
29. KENNEDY, J.: *The Chemistry of Fertilizers*. [online]. [cit. 2012-11-29]. Dostupné z <http://www.cfaitc.org/lessonplans/pdf/404.pdf>.
30. KLEČKA, M.: Nejpoužívanější učebnice chemie pro gymnázia a jejich hodnocení učiteli chemie. In: *Současné problémy v chemickém vzdělávání*. Ostrava: Přírodovědecká fakulta OU, 2008.
31. KLEČKOVÁ, M., FADRŇÁ, V., TOPIČOVÁ, P. (2005). Využití chemických experimentů při integraci přírodovědných poznatků. In *Aktuální otázky výuky chemie XV* (s. 465 – 470). Hradec Králové: Gaudeamus. ISBN 80-7041-511-8.
32. KOLÁŘ, K., KODÍČEK, M., POSPÍŠIL, J.: *Chemie II pro gymnázia*. Praha: SPN, 1997. ISBN 80-85937-49-2.
33. KOTLÍK, B., RŮŽIČKOVÁ, K.: *Chemie I. v kostce pro střední školy*. Havlíčkův Brod: Fragment, 2005. ISBN 978-80-253-0031-2.
34. KOTLÍK, B., RŮŽIČKOVÁ, K.: *Chemie II. v kostce pro střední školy*. Havlíčkův Brod: Fragment, 2004. ISBN 80-7200-761-0.
35. KOTRBA, T., LACINA, L.: *Aktivizační metody ve výuce – příručka moderního pedagoga*. Brno: Barrister Principal, 2011.
36. KUBIATKO, M., ŠVANDOVÁ, K., ŠÍBOR, J., ŠKODA, J.: Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol. *Pedagogická orientace*, 22(1), 82 – 96, 2012. ISSN 1805-9511.
37. KUBIATKO, M., ŠVANDOVÁ, K., ŠÍBOR, J., ŠKODA, J.: *Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol*. [online]. [cit. 2012-12-08]. Dostupné z [http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2012/PedOr12\\_1\\_Vnimani\\_Kubiatkoetal.pdf](http://www.ped.muni.cz/pedor/archiv/2012/PedOr12_1_Vnimani_Kubiatkoetal.pdf)
38. KUČEROVÁ, M.: *Enzymy, vitaminy a hormony ve středoškolském vzdělávání*. Praha, 2009. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra učitelství a didaktiky chemie.
39. LOKŠOVÁ, I., LOKŠA, J.: *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-205-X.
40. MALECHOVÁ, M.: *Odpadní látky, plasty a ekologie*. Praha, 2006. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra didaktiky a učitelství chemie.
41. MAŇÁK, J., ŠVEC, V.: *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.
42. MAŇÁK, J.: *Alternativní metody a postupy*. Brno: Masaryková univerzita, Pedagogická fakulta, 1997. ISBN 80-210-1549-7.
43. MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia – 1. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc s.r.o., 1998. ISBN 80-7182-055-5.
44. MAREČEK, A., HONZA, J.: *Chemie pro čtyřletá gymnázia – 3. díl*. Olomouc: Nakladatelství Olomouc s.r.o., 2005. ISBN 80-7162-057-1.
45. MASLOW, A. H.: *Motivation und Persönlichkeit*. New York: 1954.
46. McMURRY, J.: *Organická chemie*. Brno: Vutium, 2007. ISBN 978-80-7080-637-1.
47. MOKREJŠOVÁ, O.: *Moderní výuka chemie*. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-234-2.
48. MŠMT. *Učební dokumenty pro gymnázia*. Praha: Fortuna, 1999. ISBN 80-7168-659-X.
49. NAKONEČNÝ, M.: *Motivace lidského chování*. Praha: Academia, 1996. ISBN 80-200-0592-7. Otevřená společnost, 2007. ISBN 978-80-87110-01-0.

50. PAVELKOVÁ, I.: *Motivace žáků k učení*. Praha: Pedagogická fakulta UK, 2002. ISBN 80-7290-092-7.
51. PISA 2006, Slovensko. *Národní správa*. Bratislava: Štátny pedagogický ústav, 2007.
52. PRŮCHA, J.: *Moderní pedagogika*. Praha, Portál, 2002. ISBN 80-7367047-X.
53. PRŮCHA, J.: *Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média*. Brno, Paido, 1998. ISBN 80-8593149-4.
54. RUSEK, M.: Vliv výuky na postoje žáků SOŠ k chemii. *Scientia in Educatione*, 4(1), 33 – 47, 2013a. ISSN 1804-7106.
55. RUSEK, M.: *Výzkum postojů žáků středních škol k výuce chemie na základní škole*. Praha, 2013b. Dizertační práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
56. SITNÁ, D.: *Metody aktivního vyučování – spolupráce žáků ve skupinách*. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-246-1.
57. SKALKOVÁ, J.: *Obecná didaktika*. Praha: Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 978-80-247-1821-7.
58. SMETÁČKOVÁ, I. *Průručka pro genderově citlivé vedení škol*. Praha:
59. SOLÁROVÁ, M.: *Domácí chemické pokusy*. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, 2011.
60. SZAPACS, M., BOJAN, M.B., KEISER, J.: *Synthesis and Quantitation of Acetylsalicylic Acid (Aspirin)*. [online]. [cit. 2012-11-29]. Dostupné z <http://www.personal.psu.edu/jtk1/aspirinlab%20S05.pdf>.
61. ŠKODA, J. (2001). Trendy oblíbenosti chemie během studia na víceletých gymnáziích. In *Aktuální otázky výuky chemie X* (s. 236 – 240). Hradec Králové: Gaudeamus. ISBN 80-7041-304-2.
62. ŠKODA, J. a P. DOULÍK. Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3), s. 24 -44, 2009. ISSN 1211-4669.
63. ŠKODA, J.: *Motivace žáků v chemii*. Praha, 2003. Dizertační práce. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
64. ŠMEJKAL, P., ČTRNÁCTOVÁ, H., TINTĚROVÁ, M., MARTÍNEK, V., URVÁLKOVÁ, E.: *Motivační prvky ve výuce chemie*. [online]. [cit. 2013-01-20]. Dostupné z <http://archiv.otevrenaveda.cz/users/Image/default/C1Kurzy/Chemie/26smejkal.pdf>.
65. ŠULCOVÁ, R., KOLKOVÁ, J., ŠACHOVÁ, A.: *Projektové vyučování a jeho význam*. In: Waldhans, M.- Sekanina, I. (eds.) *Výuka projektového řízení na vysokých školách – EDU 2004 PM*. Brno: VUT 2004. ISBN 80-214-2720-5.
66. ŠULCOVÁ, R., PISKOVÁ, D.: *Přírodovědné projekty pro gymnázia a střední školy*. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 2008. ISBN 978-80-86561-66-0.
67. ŠVANDOVÁ, K., KUBIATKO, M.: Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovanému předmětu chemie. *Scientia in educatione*, 3(2), 65 -78, 2012. ISSN 1804-7106.
68. TRTÍLEK, J., HOFMANN, V., BOROVIČKA, V.: *Školní chemické pokusy*. Praha, SPN, 1973.
69. VACÍK, J.: *Přehled středoškolské chemie*. Praha: SPN, 1995. ISBN 80-85937-08-5.
70. VÉGH, R.: *Farmaceutická technologie*. Brno: Computer Press, a.s., 2011. ISBN:978-80-251-3319-4.
71. VESELSKÝ, M., HAUSNEROVÁ, R.: Motivácia žiakov učiť sa prírodopis – biológiu na základnej škole. *Technológia vzdelávania*. 18(8), 11-15, 2010. ISSN 1338-1202.
72. ŽÁK, V.: *Metody a formy výuky*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, 2012. ISBN 978-80-87063-61-3.